Caldasia 25(1) 2003: 193-198

ESTUDIO CITOGENÉTICO DE *ALOUATTA PALLIATA* (CEBIDAE)

Citogenetic study of *Alouatta palliata* (Cebidae)

Olga María Torres
Instituto de Ciencias Naturales - Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá D. C., Colombia. olgamto@ciencias.unal.edu.co

Cecilia Ramírez
Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia. Apartado 7495, Bogotá D. C., Colombia.

RESUMEN

Se presentan los cariotipos identificados con bandas Q y G de dos monos aulladores *Alouatta palliata* de Colombia con un número diploide 2n=56, el más alto del género y una constitución sexual XX / XY.

Palabras clave. *Alouatta palliata*, cariotipo, primates.

ABSTRACT

This paper presents Q and C-band karyotypes of black howler (*Alouatta palliata*) from Colombia, with the highest diploid number for the genus: 2n=56 and XX /XY sex chromosome system.

Key words. *Alouatta palliata*, karyotype, primates.

INTRODUCCIÓN

Los monos aulladores (género *Alouatta*) se caracterizan por su vocalización particular. No hay acuerdo acerca del número de especies de este género; Cabrera (1958) cita cinco especies para Sudamérica, Emmons & Feer (1997) seis en el neotrópico y Bonvicino *et al.* (2001) siete para Brasil. Los aulladores que habitan en Colombia pertenecen a dos especies (Cabera 1958, Alberico *et al.* 2000): *Alouatta seniculus* (Linnaeus,1766) y *Alouatta palliata* (Gray, 1849), esta última se distribuye en Colombia en la Costa Pacífica, Córdoba, Sucre, norte de Bolívar y Atlántico (Cuervo *et al.* 1986).

Los datos citogenéticos acumulados hasta la fecha, indican que *Alouatta* es un género con diversidad de cariotipos, el número diploide va de 44 a 56 (Tabla 1). Varios autores sugieren que entre las poblaciones, consideradas subespecies por criterios taxonómicos de sus atributos morfológicos, ha ocurrido cambio cromosómico sustancial, por lo que probablemente pueden ser validadas como especies (Lima & Seuánez 1991, Stanyon *et al.* 1995, Oliveira 1996, Oliveira *et al.* 1995, 1998 citados por Bonvicino *et al.* 2001). El propósito de este trabajo es presentar cariotipos de bandas Q y G de una pareja de aulladores negros, como un punto de referencia para su identificación y un aporte al conocimiento de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron un macho y una hembra de aulladores negros, procedentes del departamento de Córdoba (Colombia). Por su fenotipo y procedencia geográfica se clasificaron como *Alouatta palliata*, los cráneos y las pieles se encuentran depositados en la colección de mamíferos (ICN-4970 ICN-4971) del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Tabla 1. Cariotipos del género *Alouatta* publicados con identificación cromosómica.

[1] Sin tomar en consideración la variación del número de micro-cromosomas. [2] Presentes en el cariotipo femenino.

Especie	Cariotipo			País	Referencia
	[1] 2n	Cromosomas sexuales	[2] número de acrocéntricos		
A. palliata	54 53	$X_1 X_1 X_2X_2$ $X_1 X_2 Y$	30	Panamá	Ma *et al* . (1975)
A. palliata	56	XX XY	34	Colombia	Este trabajo
A. seniculus *A. s. seniculus*	44 [1]	$X_1 X_1 X_2 X_2$ $X_1 X_2Y_1 Y_2$	26	Colombia	Torres & Leibovici (2001) Yunis *et al.* (1976) Redefinido
A. s. stramineus	48 [1]	$X_1 X_1 X_2 X_2$ $X_1 X_2Y_1 Y_2$	22	Brasil	Lima & Seuánez (1991)
A. s. macconelli	48	$X_1 X_1 X_2 X_2$ $X_1 X_2Y_1 Y_2$	22	Brasil	Lima *et al.* (1990) Lima & Seuánez (1991)
A. s. arctoidea	44	$X_1 X_1 X_2 X_2$ $X_1 X_2Y_1 Y_2$	26	Venezuela	Stanyon *et al.* (1995)
A. s. sara	50 [1]	$X_1 X_1 X_2 X_2$ $X_1 X_2Y_1 Y_2$	28	Bolivia	Stanyon *et al.* (1995)
A. s. sara	50 49	$X_1 X_1 X_2X_2$ $X_1 X_2 Y$	?	Bolivia	Minezawa *et al.* (1985) (bandas de muy baja resolución)
A. b. belzebul	50 49	$X_1 X_1 X_2X_2$ $X_1 X_2 Y$	26	Brasil	Armada *et al.* (1987) Lima & Seuánez (1989)
A. b. nigerrima	50		30	Brasil	Armada *et al.* (1987)
A. fusca (complejo de especies)	52 50 o 48 . 50 49 46 45	X X X Y X X X Y $X_1 X_1 X_2X_2$ $X_1 X_2 Y$ $X_1 X_1 X_2X_2$ $X_1 X_2 Y$	° ° * *	Brasil	Oliveira *et al.* (1995, 1998), Oliveira (1996) citados por Bonvicino *et al.* (2001) ° / * cromosomas sexuales "de novo" derivados de diferentes autosomas
A. caraya	52	$X_1 X_1 X_2 X_2$ $X_1 X_2Y_1 Y_2$	30	Argentina	Mudry *et al.* (1998) Mudry *et al.* (1984)- Redefinido

Los cromosomas metafásicos se obtuvieron a partir de cultivo primario de fibroblastos de riñón, en el primero, segundo y tercer subcultivo (Bodian, 1956) y se identificaron con las técnicas de bandas QFQ (Caspersson *et al*. 1971) y GTG (Seabrigth 1971). Los cariotipos se organizaron según los criterios establecidos para *A. palliata* de Panamá (Ma *et al.* 1975), los cromosomas se clasificaron en dos grupos de acuerdo con la morfología y en cada grupo por tamaño decreciente, así, cromosomas con dos brazos grupo A y cromosomas acrocéntricos grupo B.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ejemplares estudiados presentaron un número diploide de 56 cromosomas, el número más alto del género *Alouatta*. Por la naturaleza de la técnica utilizada para la obtención

de los cromosomas y como consecuencia del tratamiento hipotónico, un número considerable de metafases presentaron aneuploidía artificial: el 15% de las células de la hembra (58 de 70) y el 70% de las del macho (125 de 178), con pérdida de diferentes cromosomas. No obstante, en el macho el cromosoma Y se perdió con mayor frecuencia que cualquier autosoma en las células con 55 cromosomas, debido probablemente a su tamaño diminuto, empero el 19% de las células con 55 cromosomas (14 de 74) presentaron cromosoma Y. Se observó variación intercelular importante en la morfología y tamaño del cromosoma Y, el elemento más pequeño del cariotipo, el 11% de los cromosomas Y examinados (7 de 67) tenía aspecto puntiforme. El cromosoma **X** fue de tamaño mediano y casi metacéntrico.

En las Figuras 1 y 2 se presentan los cariotipos de bandas Q y G de los ejemplares estudiados. Con bandas Q el par B19, se observó heteromórfico en el macho, mostró una banda muy brillante en el brazo largo, muy proximal al centrómero, en sólo uno de los homólogos (en todas las células examinadas). Otros autosomas también mostraron bandas similares en los dos homólogos (par A1 brazo corto, pares A10, B24 y B25 región peri centromérica).

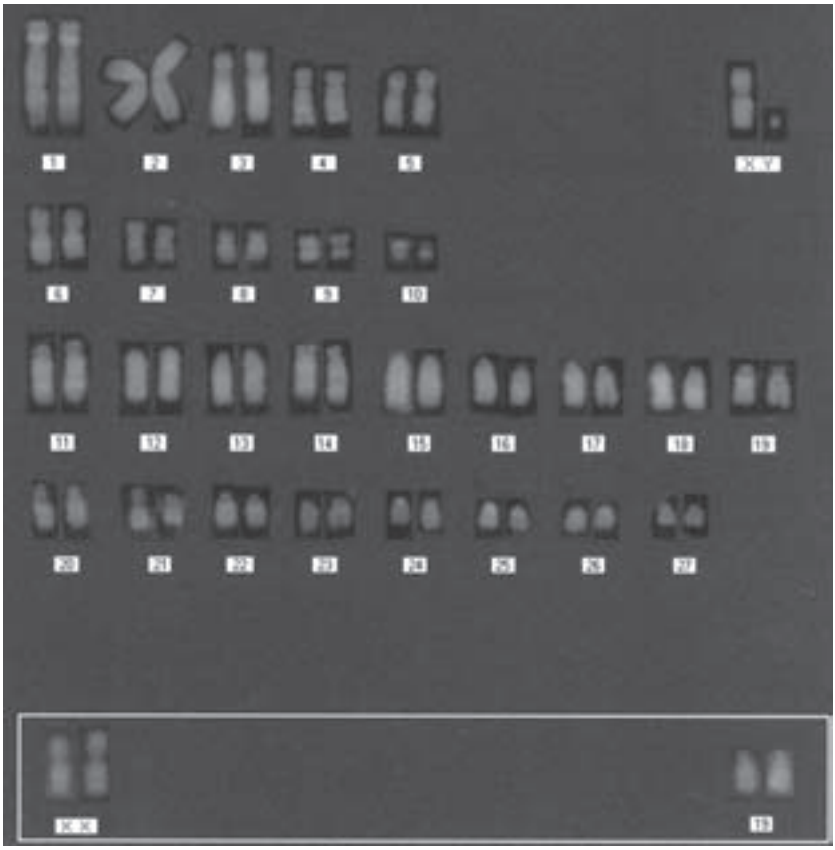

Figura 1. Cariotipo QFQ (bandas Q) de un macho *Alouatta palliata*. En el recuadro se muestran los cromosomas X de una hembra y el par 19.

Figura 2. Cariotipo GTG (bandas G) de una hembra *Alouatta palliata*. En el recuadro se muestran los cromosomas XY del macho, de cinco células.

La comparación de los cariotipos encontrados con los publicados para *A. palliata* de Panamá (Ma *et al*. 1975), demostró que el par A4 de los ejemplares panameños fue reemplazado en los ejemplares colombianos por dos pares acrocéntricos de tamaño desigual (B15 y B24), lo cual explica la diferencia en el número diploide, dicho en otras palabras, el par 2 es el resultado de una fusión Robersoniana de los pares 15 y 24 o viceversa. El par B19 del macho colombiano no presentó el heteromorfismo descrito para los machos panameños. Los cromosomas restantes fueron similares al nivel de resolución de las bandas G analizadas, es decir presentan un patrón de bandas semejante. No obstante, la mayoría tiene numeración distinta, debido a la reorganización cromosómica, por lo tanto solamente los pares A1 a A3 y B16 a B23 conservan la misma denominación en ambos cariotipos.

Con relación al mecanismo cromosómico de determinación del sexo se pueden destacar los siguientes puntos:

1. Con excepción de una población de *A fusca*, y los ejemplares de *A. palliata* aquí presentados, todas las especies de *Alouatta* estudiadas hasta la fecha muestran el cromosoma Y translocado a un autosoma. Los cariotipos XX /XY publicados para *A. caraya* (Mudry et al. 1984) y *A. seniculus* (Yunis *et al.* 1976) fueron redefinidos con estudios recientes de mayor resolución

(Mudry *et al*. 1998, Torres & Leibovici 2001). La gran similitud del cromosoma X y el autosoma involucrado en la translocación, induce al error fácilmente cuando se analizan cromosomas con coloración uniforme o bandas de baja resolución.

2. Bovecino *et al.* (2001) se refieren a la evidencia de que las translocaciones del cromosoma Y que originan el sistema de determinación sexual $X_1 X_2 Y / X_1 X_1 X_2 X_2$ comprometen autosomas diferentes en dos poblaciones de *A. fusca* y postulan que éstas pueden haber ocurrido independientemente en las dos poblaciones, lo mismo que en *A. belzebul.* Sin embargo, primero es necesario evaluar el nivel de resolución de los cariotipos en tales estudios y realizar las comparaciones de los cariotipos de *A. fusca* y *A. belzebul*.

3. En el macho estudiado aquí, el presunto cromosoma Y es muy pequeño, pero no difiere mucho del encontrado en otras especies de primates sudamericanos (Platyrrhini) como por ejemplo *Lagothrix lagothricha, Aotus brumbacki*, *Callicebus cupreus* y *Cebuella pygmaea*.

4. No obstante, los resultados encontrados no pueden descartar que la translocación del cromosoma Y a un autosoma, pueda existir en una población colombiana de *A. palliata*.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia por la financiación del trabajo y el apoyo logístico brindado. A Miriam Calle por su ayuda con el material fotográfico.

LITERATURA CITADA

Alberico, M., A. Cadena, J. Hernández-Camacho & Y. Muñoz-Saba. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana 1: 43-75.

Armada, J. L., C. M. L. Barroso, M. C. Lima, J. A. Muñiz & H. N. Seuánez. 1987. Chromosome studies in *Alouatta belzebul*. American Journal of Primatology 13: 283-296.

Bodian D. 1956. Simplified method of dispersion of monkey kidney cells with trypsin. Virology 4: 575–577.

Bonvicino, C. R., B. Lemos & H. N. Seuánez. 2001. Molecular phylogenetics of howler monkeys *Alouatta*. Platyrrhini. A comparison with karyotypic data. Chromosoma 110: 241-246.

Cabrera A. 1958. Catálogo de los mamíferos de la América del Sur. Revista Museo Argentino Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" Instituto Nacional de Investigación de Ciencias Naturales, Ciencias Zoológicas 4: iv + 307.

Caspersson, T., G. Lomakka & L. Zech. 1971. The 24 fluorescence patterns of the human metaphase chromosomes- distinguishing characters and variability. Hereditas 67: 89 - 102.

Cuervo, A., J. Hernández-Camacho & A. Cadena. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia: Anotaciones sobre su distribución. Caldasia 15: 471-501.

Emmons, L. H. & F. Feer. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. págs.136 – 140. The University of Chicago Press, Chicago.

Lima, M. M. C. & H. N. Seuánez. 1989. Cytogenetic characterization of *Alouatta belzebul* with atypical pelage coloration. Folia Primatologica 52: 97-101.

LIMA, M. M. C, M. I. SAMPAIO, M. P. SCHNEIDER, W. SCHEFFRAHN, H. SCHNEIDER, F. M. SALZANO. 1990. Chromosome and protein variation in red howler monkeys. Revista Brasileira de Genetica. 13: 789- 802.

LIMA, M. M. C. & H. N. SEUÁNEZ. 1991. Chromosome studies in the red howler monkey, *Alouatta seniculus stramineus* (Platyrrhini, Primates): description of an X1X2 Y1Y2 / X1X1 X2X2 sex chromosome system and karyological comparisons with other subspecies. Cytogenetics and Cell Genetics 57: 151-156.

MA, N. S. F., T. C. JONES , R. W. THORINGTON, A. MILLER & L. MORGAN. 1975. Y-autosome translocation in the howler monkey, *Alouatta palliata*. Journal of Medical Primatology 4: 299 – 307.

MINEZAWA, M., M. HARADA, O. C. JORDAN & J. V. VALDIVIA-BORDA. 1985. Cytogenetics of Bolivian endemic red howler monkeys (*Alouatta seniculus sara*): Accessory chromosomes and Y- autosome translocation related numerical variations. Reports of New World Monkeys 5: 7-16.

MUDRY-DE-P, M. D., M. L. LABAL-DE-V., O. J. COLILLAS & S. BRIEUX-DE-S 1984. Banding patterns of *Alouatta caraya* . Revista Brasileira de Genetica. 2: 373 – 379.

MUDRY, M. D., M. RAHN , M. GOROSTIAGA, A. HICK, M. S. MERANI & A.J. SOLARI. 1998. Revised karyotype of *Alouatta caraya* (Primates: Platyrrhini) based on synaptonemal complex and banding analyses. Hereditas 128: 9-16.

OLIVEIRA, E. H. C. 1996. Estudos citogenéticos e evolutivos nas espécies brasileiras e argentinas do gênero *Alouatta* Lacépède. 1799 (Primates, Atelidae). MSc Dissertation. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Brasil.

OLIVEIRA, E. H. C., M. M. C. LIMA, I. J. SBALQUEIRO. 1995. Chromosomal variation in *Alouatta fusca*. Neotropical Primates 3: 181-183.

OLIVEIRA, E. H. C., M. M. C. LIMA, I. J. SBALQUEIRO & A. PISSINATTI 1998. The karyotype of *Alouatta fusca clamitans* from Rio de Janeiro State. Brazil: evidence for a Y autosome translocation. Genet Biol. Mol 31: 361-364.

SEABRIGHT, M. 1971 A rapid banding technique for human chromosomes. Lancet 2: 971.

STANYON, R., S. TOFFANELLI, M. A. MORESCALCHI, G. AGORAMOORTY, O. A. RYDER & J. WIENBERG. 1995. Cytogenetic analyses shows extensive genomic rearrangements between red howler (*Alouatta seniculus*, Linnaeus) subspecies. American Journal of Primatology 35: 171-183.

TORRES, O. M. & M. LEIBOVICI 2001. Caracterización del cariotipo del mono aullador colorado *Alouatta seniculus* que habita en Colombia. Caldasia 23: 537-548.

YUNIS, E. J., O. M. TORRES-DE-C., C. RAMÍREZ & E. RAMÍREZ. 1976. Chromosomal variations in the primate *Alouatta seniculus seniculus.* Folia Primatologica 25: 215-224.

Recibido: 19/07/2002
Aceptado: 10/03/2003